



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


_____ Крайнова Г.С. _____
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)
« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
_____ физики низкоразмерных структур _____
(название кафедры)
_____ Саранин А.А. _____
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
« 19 » сентября 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль Электроника и нанoeлектроника

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6
лекции 36 час.
практические занятия 0 час.
лабораторные работы 36 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0 /лаб. 18 час.
в том числе в электронной форме лек. 0 /пр. 0 /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 18 час.
в том числе контролируемая самостоятельная работа 0 час.
в том числе в электронной форме 0 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.
курсовая работа / курсовой проект нет семестр
контрольная работа 6 семестр
зачет 6 семестр
экзамен нет семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.
Заведующий (ая) кафедрой д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Саранин А.А.
Составитель (ли): к.ф.-м.н. Титов П.Л.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and Nanoelectronics

Course title: Metrological support for the production of materials and electronic components

Variable part of Block, 4 credits

Instructor:

P.L. Titov, Cand. of Phys. and math., associate Professor of the Physics of low-dimensional structures department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

Learning outcomes:

GPC-5, the ability to use basic methods of experimental data processing and presenting;

GPC-8, the ability to use normative legal documents;

SPC-10, the readiness to organize metrological support of production of materials and electronic components;

SPC-19, the ability to make requests for spare parts and consumables, as well as for equipment verification and calibration.

Course description: The contents of discipline covers the obtaining basic theoretical and practical knowledge in the field of metrology, standardization needed to meet the challenges of ensuring the uniformity of measurements and quality control; metrological and regulatory environment the development, production, testing, use and disposal of products, planning and implementation of the standardization of products and processes of development and implementation of quality management systems; Metrological examinations, the use of modern information technologies in the design and application of measuring instruments.

Main course literature:

1. Metrological support of nanotechnologies and products of nanoindustry [Electronic resource]: study guide / O. D. Anashina, S. E. Andryushechkin, S. I.

- Anevsky [and others]; by ed. V. N. Krutikov. - Electron. text data. - M.: Logos, 2011. - 591 p. <http://www.iprbookshop.ru/33401.html>
2. Karzhaubaev, K. Metrology and metrological support of production [Electronic resource]: a tutorial / K. Karzhaubaev. - Electron. text data. - Almaty: Nur-Print, 2011. - 304 p. <http://www.iprbookshop.ru/67101.html>
 3. Labkovskaya, R. Ya. Metrology and electroradio measurements [Electronic resource]: study guide / R. Ya. Labkovskaya. - Electron. text data. - SPb. : ITMO University, 2013. - 142 p. <http://www.iprbookshop.ru/67299.html>
 4. Arkhipov, A.V. Basics of standardization, metrology and certification [Electronic resource]: textbook / A.V. Arkhipov, Yu.N. Bernovsky, A.G. Zekunov; by ed. V.M. Mishin. - Electron. text data. - M.: UNITY-DANA, 2015. - 447 p. <http://www.iprbookshop.ru/52057.html>

Form of final knowledge control: pass.

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа предназначена для студентов 3 курса специальности «Электроника и наноэлектроника», общая трудоемкость дисциплины 4 зачетных единицы (144 часа).

Учебным планом предусмотрены лекции (36 часов), лабораторные работы (36 часов), самостоятельная работа студента (72 часа). Дисциплина «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» входит в вариативную часть дисциплин образовательной программы, модуль «Использование и эксплуатация приборов и устройств электроники и наноэлектроники» реализуется на 3-м курсе, в 6-м семестре.

Цель изучения дисциплины: получение основных научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции; по метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации продукции, планирования и выполнения работ по измерению характеристик продукции и последующей оценке их соответствия техническим нормам; по метрологической экспертизе, использованию современных информационных технологий при проектировании и применении средств измерений.

Задачи:

- изучение основных понятий в области метрологии;
- освоение методов обработки результатов многократных измерений при наличии случайных и грубых составляющих погрешностей;
- изучение основ технических регламентов, национальных стандартов и сводов правил;
- изучение характеристик материалов и изделий микро-, наноэлектроники и основных технических средств для их измерения;

- изучение особенностей применения специальных технических средств, применяемых при контроле качества изделий при массовом производстве с учетом специфики микроэлектроники;

- приобретение навыков обработки массивов данных, получаемых в результате проведения эксперимента в режиме реального времени;

- приобретение навыков выбора математического аппарата, алгоритмов, программного продукта из распространенных систем математического обеспечения для выполнения предварительной работы по поиску закономерностей.

Изучаемый материал является необходимой базой для профессиональной деятельности, в которой закладываются основные теоретические и практические знания, навыки и умения для решения измерительных задач и соблюдения требований технических регламентов, национальных стандартов и сводов правил; это позволяет обучаемым решать вопросы оценки качества технических изделий, обеспечения точности измерений, грамотное осуществление планирования и выполнения работ по оценке соответствия продукции принятым техническим нормам.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | |
|--|--------------------------------|--|
| ОПК-5, способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | Знает | основные способы графического представления массивов данных; основные растровые и векторные графические форматы, средства их редактирования; основные приемы работы в программах для построения различных графиков, диаграмм, схем в растровом и векторном форматах, их редактирования; основные приемы работы при обработке экспериментальных данных хотя бы в одном из пакетов математического моделирования и расчетов (MathCAD, MATLAB или другой); |

| | | |
|--|---------|---|
| | | основные приемы работы в табличном процессоре MicrosoftExcel или аналоге. |
| | Умеет | <p>проводить ранжирование, сортировку массива полученных экспериментальных результатов;</p> <p>проводить вычисление стандартных статистических характеристик анализируемого ряда величин;</p> <p>анализировать ряды величин на предмет повторяемости, воспроизводимости характеристик, исключать грубые погрешности, промахи, проявляющиеся в результатах измерений;</p> <p>строить простейшие графики в программах растровой и векторной графики: MathCAD, MATLAB, Origin, Excel;</p> <p>проводить аппроксимацию и анализировать тенденции зависимостей при помощи пакетов численного моделирования (MathCAD, MATLAB);</p> <p>проводить простейшие действия в табличном процессоре MicrosoftExcel или аналоге.</p> |
| | Владеет | <p>навыками использования одного из пакетов численного моделирования или специализированного пакета для статистической обработки полученных результатов (MathCAD, MATLAB и др.) для оценки состоятельности, достоверности полученных результатов и исключения грубых погрешностей;</p> <p>навыками построения сложных диаграмм, графиков; нескольких зависимостей на одном графике, но в разных осях; графиков в логарифмических и двойных логарифмических осях; сложных графиков с выделенными областями для небольших схем и пояснений;</p> <p>навыками проведения произвольных математических операций, действий над большими по объему массивами экспериментальных результатов в одном из пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB);</p> <p>навыками построения сложных таблиц; оформления таблиц по заданному шаблону; использования различных схем адресации и фиксации ссылок; использования встроенных средств для проведения оптимизации и нахождения приближенных численных результатов в MicrosoftExcel или аналоге.</p> |
| ОПК-8, способность использовать нормативные | Знает | <p>основную справочную литературу по основным разделам метрологии, стандартизации, сертификации;</p> <p>основные законы, касающиеся обеспечения единства измерений;</p> |

| | | |
|--|----------------|--|
| <p>правовые документы в своей деятельности</p> | | <p>основные законы, обеспечивающие надлежащее качество продукции и услуг;</p> <p>основные методические инструкции и рекомендации по проведению измерений в различных условиях и обработке результатов однократных и многократных наблюдений при измерениях;</p> <p>структуру поверочных схем и последовательность передачи размера единицы от эталона к средствам измерений;</p> <p>организационные основы метрологии и стандартизации в РФ.</p> |
| | <p>Умеет</p> | <p>пользоваться справочной литературой по основным разделам метрологии, стандартизации, сертификации;</p> <p>находить в законах, направленных на обеспечение единства измерений и надлежащего качества продукции и услуг, положения, касающиеся конкретной предметной области и своей области деятельности;</p> <p>пользоваться соответствующими методическими инструкциями и рекомендациями при планировании и проведении измерений, при обработке результатов однократных и многократных наблюдений при измерении;</p> <p>пользоваться справочной литературой и технической документацией, прилагаемой к средствам измерения и контроля.</p> |
| | <p>Владеет</p> | <p>навыками поиска необходимой справочной литературы по соответствующим разделам метрологии, стандартизации и сертификации;</p> <p>навыками поиска необходимой нормативной, законодательной информации, касающейся вопросов единства измерений и обеспечения качества;</p> <p>навыками использования отдельных элементов нормативного и законодательного характера по вопросам единства измерений и обеспечения качества, в практической деятельности;</p> <p>методиками выбора, построения последовательности проведения эксперимента, расчета результата, вычисления погрешностей, основываясь на методических инструкциях, рекомендациях.</p> <p>навыками использования технической документации на средство измерения при расчете погрешностей в условиях измерений, отличающихся от нормальных.</p> |

| | | |
|--|---------|---|
| ПК-10, готовность организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники | Знает | <p>основные правила оформления конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>основные стандарты, технические условия и другие нормативные документы, регламентирующие производство материалов и изделий электронной техники;</p> <p>организационные основы метрологии, касающиеся производства в области микроэлектроники;</p> <p>обязанности метрологической службы предприятия, производящего изделия микро-, наноэлектроники;</p> <p>основные технические средства измерений, которыми пользуются при единичном, мелкосерийном и серийном производстве в микро- и наноэлектронике;</p> <p>последовательность контроля, проведения оценки соответствия готовых изделий различным нормативным документам.</p> |
| | Умеет | <p>составлять в простейших случаях отдельные элементы конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>руководствоваться положениями стандартов, технических регламентов, регулирующих производство материалов и изделий электронной техники;</p> <p>на практике использовать организационные основы метрологии, касающиеся производства в области микроэлектроники;</p> <p>частично выполнять обязанности работника метрологической службы предприятия;</p> <p>использовать технические средства измерений, применяемые в серийном производстве изделий микроэлектроники;</p> <p>осуществлять контроль характеристик готовых изделий и их соответствие основным положениям нормативных документов.</p> |
| | Владеет | <p>навыками составления некоторых разделов конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>навыками использования стандартов, технических регламентов, регулирующих производство материалов и изделий электронной техники;</p> <p>организационными основами метрологии применительно к производству изделий микроэлектроники;</p> |

| | | |
|--|---------|--|
| | | <p>отдельными навыками различных работников метрологической службы предприятия;</p> <p>широким арсеналом технических средств измерений для решения широкого спектра измерительных задач, возникающих при производстве изделий микроэлектроники;</p> <p>приемами и методами контроля характеристик готовых изделий и соответствия их заявленным нормам.</p> |
| ПК-19, способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры | Знает | <p>структуру заявки на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>структуру заявки на поверку и калибровку аппаратуры;</p> <p>последовательность проведения диагностики и самостоятельной калибровки относительно несложных устройств;</p> <p>последовательность проведения диагностики и выявления неисправных деталей, узлов в относительно несложных устройствах, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>роль метрологической службы предприятия и обязанности каждого из ее работников;</p> <p>роль государственных центров стандартизации и метрологии в обеспечении единства измерений.</p> |
| | Умеет | <p>составлять заявки на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>составлять заявки на поверку и калибровку аппаратуры;</p> <p>самостоятельно калибровать относительно несложные устройства;</p> <p>самостоятельно выявлять неисправные детали, узлы в относительно несложных устройствах, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>выполнять обязанности работника метрологической службы предприятия;</p> <p>пользоваться услугами центров стандартизации и метрологии для проведения калибровки и поверки относительно сложных средств измерений.</p> |
| | Владеет | <p>навыками составления различных заявок на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>навыками составления различных заявок на поверку и калибровку аппаратуры;</p> <p>навыками калибровки различных устройств, для которых можно проводить данную процедуру в рабочих условиях;</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>начальными навыками самостоятельного ремонта относительно несложных устройств, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>навыками работника метрологической службы предприятия;</p> <p>навыками организации взаимодействия с центрами стандартизации и метрологии в части поверки сложных средств измерений.</p> |
|--|--|--|

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (36 /__ час.)

РАЗДЕЛ I. МЕТРОЛОГИЯ.ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ(12 /__ ЧАС.)

Тема 1. Метрология (4 /__ час.)

Введение в дисциплину. Обеспечение качества и безопасности продукции, процессов и услуг – основная цель деятельности по стандартизации, метрологии и сертификации.Основные понятия в области метрологии. Закономерности формирования результатаизмерений. Средства измерения. Метрологические характеристики средств измерений.Государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений.Государственная система обеспечения единства измерений.

Тема 2. Стандартизация(4 /__ час.)

Исторические основы развития стандартизации, ее сущность и содержание. Цели,принципы, функции и задачи стандартизации. Методы стандартизации. Виды нормативных документов. Разработка и применение технических регламентов и национальных стандартов. Система стандартизации в РФ. Органы и службы постандартизации в РФ. Международная стандартизация.

Тема 3. Метрологическое обеспечение производства (4 / __ час.)

Метрологические службы предприятия, состав, структура. Поверочные схемы. Последовательность передачи размера единицы физической величины. Калибровка и поверка средств измерений. Порядок проведения калибровки и поверки средств измерений. Центры стандартизации и метрологии, их функции. Выбор средств измерений для решения конкретной измерительной задачи. Производительность средства измерения. Ручное, полуавтоматическое, автоматическое измерение параметров. Контроль качества продукции при единичном, мелкосерийном и серийном производстве. Схема выборки образцов, их числа для контроля качества партии.

РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ (24/ __ ЧАС.)

Тема 4. Общие характеристики аналоговых измерительных приборов (2 / __ час.)

Классификация аналоговых измерительных приборов. Аналоговые первичные измерительные преобразователи. Механические первичные преобразователи. Пневматические первичные преобразователи. Оптические первичные преобразователи. Электрические первичные преобразователи. Аналоговые показывающие приборы. Аналоговые регистрирующие приборы.

Тема 5. Средства измерений неэлектрических величин (2 / __ час.)

Общие вопросы измерений неэлектрических величин. Общие свойства и классификация преобразователей. Электромагнитные измерительные преобразователи. Тепловые измерительные преобразователи.

Тема 6. Средства измерений времени (3 / __ час.)

Области измерения времени. Величины, единицы и эталоны времени. Системы измерения времени. Меры времени, основанные на принципе колебаний. Меры времени с колебательной системой. Меры времени без колебательной системы. Приборы для измерения времени. Механические приборы для измерения времени. Механические часы с собственной механической мерой. Электрические приборы для измерения времени.

Тема 7. Средства измерений геометрических величин (3 / __ час.)

Механические средства измерения длин. Оптико-механические средства измерения длин. Средства и методы измерения углов. Приборы активного контроля. Пневматические приборы для линейных измерений. Индуктивные приборы. Емкостные приборы. Применение технического зрения для контроля геометрических характеристик.

Тема 8. Средства измерений механических величин (3 / __ час.)

Общие положения. Принципы измерения механических величин. Системы измерения массы, силы и давления. Преобразователи масс. Преобразователи силы. Преобразователи давления. Приборы для измерения массы, силы и давления. Рычажные весы. Радиоизотопные весы. Пружинные и поршневые весы. Электронные весы. Торговые весы. Измерение крутящих моментов. Измерение угловых скоростей. Измерение расхода и уровня.

Тема 9. Средства измерений температуры (3 / __ час.)

Международная температурная шкала. Схемы приборов для измерения температуры. Механические контактные термометры. Металлические термометры расширения. Жидкостные стеклянные термометры. Контактные методы и средства измерений температуры. Термометры сопротивления. Термопары. Термисторы. Интегральные полупроводниковые датчики. Бесконтактные методы и средства измерений температур. Оптическое излучение. Устройство ИК-термометра.

Тема 10. Средства измерений электрических величин (2 / __ час.)

Общие сведения. Электрические измерительные приборы и системы. Электромеханические измерительные приборы. Электронные измерительные приборы. Связь действующих, средневыпрямленных, действующих значений напряжения и тока в зависимости от формы сигнала. Аналоговые и цифровые измерительные приборы, основные отличия. Термоэлектрические измерительные приборы.

Тема 11. Электромеханические измерительные приборы прямого действия (2 / __ час.)

Основы теории и конструкции приборов прямого действия. Магнитоэлектрические приборы. Магнитоэлектрические гальванометры. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями. Электромагнитные приборы. Электродинамические и ферродинамические приборы. Электростатические приборы. Индукционные приборы.

Тема 12. Цифровые и электронные измерительные приборы и преобразователи (2 / __ час.)

Классификация цифровых приборов. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи, основные типы ЦАП и АЦП, сравнение по сложности схемотехнического решения, скорости работы, энергопотреблению, точности. Аналоговые электронные вольтметры. Цифровые вольтметры. Цифровые частотомеры. Режим измерения частоты. Режим измерения периода

Тема 13. Средства визуального отображения, вывода и регистрация результатов измерений (2 / __ час.)

Отображение результатов измерений медленно изменяющихся величин.
Визуальное отображение величин, быстро изменяющихся во времени.
Отображение цифровых данных. Отображение дискретных сигналов, представленных в цифровой форме, при помощи осциллографа. Технические средства для графической регистрации аналоговых электрических величин.
Регистрация цифровых данных измерений.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (36/ __ час.)

Лабораторная работа №1. Измерение напряжения цифровым вольтметром (6 / __ час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.
2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.
3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.
4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.
5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №2. Измерение частоты и периода электронно-счетным (цифровым) частотомером и осциллографическим методом (6 / __ час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.

3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.

4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №3. Измерение коэффициента нелинейных искажений (6 / __ час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.

3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.

4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №4. Измерение параметров высокочастотного генератора стандартных сигналов (6 / __ час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.

3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.

4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №5. Измерение спектра сигнала (6 / __ час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.

3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.

4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №6. Измерение параметров сигнала осциллографическими методами (6 / __ час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.

3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.

4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства | | |
|-------|--|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | | текущий контроль | промежуточная аттестация | |
| 1 | Тема 1. Метрология | ОПК-8, ОПК-5, ПК-10 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 1-5 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 1 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 1 |
| 2 | Тема 2. Основы стандартизации | ОПК-8, ОПК-5, ПК-10 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 6-10 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 2 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 2 |
| 3 | Тема 3. Метрологическое обеспечение производства | ОПК-8, ОПК-5, ПК-10 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 11-15 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, |

| | | | | | |
|---|--|---------------|---------|----------------------------|-----------------------|
| | | | | | тип 3 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 3 |
| 4 | Тема 4. Общие характеристики аналоговых измерительных приборов | ОПК-5, ПК-19, | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 16-20 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 4 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 4 |
| 5 | Тема 5. Средства измерений неэлектрических величин | ОПК-5, ПК-19, | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 21-25 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 5 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 5 |
| 6 | Тема 6. Средства измерений времени | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 25-30 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 6 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 6 |
| 7 | Тема 7. Средства измерений геометрических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 30-35 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 7 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 7 |
| 8 | Тема 8. Средства измерений механических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 36-40 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 8 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 8 |
| 9 | Тема 9. Средства измерений температуры | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 41-45 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, |

| | | | | | |
|----|---|--------------|---------|----------------------------|------------------------|
| | | | | | тип 9 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 9 |
| 10 | Тема 10. Средства измерений электрических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 46-50 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 10 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 10 |
| 11 | Тема 11. Электромеханические измерительные приборы прямого действия | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 51-55 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 11 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 11 |
| 12 | Тема 12. Цифровые и электронные измерительные приборы и преобразователи | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 56-62 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 12 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 12 |
| 13 | Тема 13. Средства визуального отображения, вывода и регистрация результатов измерений | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 63-70 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 13 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 13 |

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции наноиндустрии [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Д. Анашина, С. Е. Андрюшечкин, С. И. Аневский [и др.] ; под ред. В. Н. Крутиков. — Электрон.текстовые данные. — М. : Логос, 2011. — 591 с. — 978-5-98704-613-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33401.html>
2. Каржаубаев, К. Метрология и метрологическое обеспечение производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Каржаубаев. — Электрон.текстовые данные. — Алматы :Нур-Принт, 2011. — 304 с. — 978-601-280-161-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67101.html>
3. Лабковская, Р. Я. Метрология и электрорадиоизмерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Я. Лабковская. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2013. — 142 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67299.html>
4. Архипов, А. В. Основы стандартизации, метрологии и сертификации [Электронный ресурс] : учебник / А. В. Архипов, Ю. Н. Берновский, А. Г. Зекунов ; под ред. В. М. Мишина. — Электрон.текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 447 с. — 978-5-238-01173-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52057.html>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация. М., «Высшая Школа», 2003. 422 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:398672&theme=FEFU>
2. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и управления качеством. М.: Издательство стандартов,1990. 342 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:314572&theme=FEFU>
3. Басаков М.И. «Сертификация продукции и услуг с основами стандартизации и метрологии». Учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2000. 253 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:14204&theme=FEFU>
4. Метрология и радиоизмерения: Учеб.пособие для вузов / Б.В. Дворяшин. –М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 297 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:385119&theme=FEFU>

5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Учеб.пособие для вузов. – М.: Логос, 2002. – 408с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1334&theme=FEFU>
6. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация. М., «Высшая школа», 2010. 791 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:357380&theme=FEFU>
7. Крылова Г.Д. «Основы стандартизации, сертификации, метрологии». Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2007. 671 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:331546&theme=FEFU>
8. Общая метрология. / В.А. Кузнецов, Г.В. Ялунина. – М.: ИПК Издательствостандартов, 2001. – 272 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:371468&theme=FEFU>
9. Измерения в электронике: Справочник/В.А. Кузнецов, В.А. Долгов, В.М. Коневских и др.; Под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:413183&theme=FEFU>
10. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер.с англ. – М.: Мир, 1990. – 535с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663154&theme=FEFU>
11. Клаассен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике: Пер. с нем. – М.: Постмаркет, 2000. – 352с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:364441&theme=FEFU>
12. Харт Х. Введение в измерительную технику: Пер. с нем. – М.: Мир, 1999. –391с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:8582&theme=FEFU>
13. Мирский Г.Я. Электронные измерения. – М.: Радио и связь, 1986. – 440с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:672017&theme=FEFU>
14. Винокуров В.И., Каплин С.И., Петелин И.Г. Электрорадиоизмерения: Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.И. Винокурова. – М.: Высшая школа, 1986. – 351с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:412414&theme=FEFU>

Нормативно-правовые документы

1. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002г. № 184-ФЗ.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 г., № 102-ФЗ.
4. Закон РФ «О защите прав потребителей» от 7 февраля 1992 г. № 2300-1.
5. РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
6. ПР 50.2.006-94. ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.
7. МИ 2222-92. ГСИ. Виды измерений. Классификация.
8. ГОСТ 8.417-02. ГСИ. Единицы величин.

9. ГОСТ 8.401-80. ГСИ. Классы точности средств измерений.
10. ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине специальное программное обеспечение не требуется. Для подготовки отчетов по лабораторным работам может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.).

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе обучения студент должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы обычно составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины или на кафедре.

Главное в период обучения своей специальности – это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на следующий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием как успешной учебы, так и последующей

работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Организация деятельности студента.

Лекция. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий производится с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Только если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.

Материал лекций необходимо закреплять самостоятельно. В первую очередь, на следующий день необходимо еще раз проработать материал лекции. Практика показывает, что если не сделать этого в течение двух-трех дней, то большая часть материала забудется. В дальнейшем процесс забывания идет по экспоненте. При изучении материала обязательно использование учебников и других материалов по дисциплине. Необходимо найти контрольные вопросы по соответствующей теме, ответить на них. В случае, если по теме есть задачи, то их необходимо решить и сверить с правильными вариантами ответов (при наличии). В случае затруднений необходимо проконсультироваться у преподавателя.

Во всех различных ситуациях, приводящих к ошибочным действиям, некорректным выводам и/или ответам необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков, а следовательно, успешной учебы и работы.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия проводятся в стандартных лекционных аудиториях лабораторного корпуса (корпус L). Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории (корпус L), оснащенной необходимым оборудованием: генераторами, источниками питания, осциллографами, измерительными приборами – милливольтметрами, вольтметрами, амперметрами, мультиметрами. Имеющееся оборудование позволяет проводить лабораторные работы в полном объеме.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов
и изделий электронной техники»**

**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Профиль Электроника и нанoeлектроника**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2018**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля |
|-------|-----------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1 | 1-3 недели | Подготовка отчета по лабораторной работе №1, Подготовка к контрольной работе №1 | 12 час. | Защита отчета, написание контрольной работы |
| 2 | 4-6 недели | Подготовка отчета по лабораторной работе 2, Подготовка к контрольным работам №2,3 | 12 час. | Защита отчета |
| 3 | 7-9 недели | Подготовка отчета по лабораторной работе 3, Подготовка к контрольной работе №4 | 12 час. | Защита отчета, написание контрольной работы |
| 4 | 10-12 недели | Подготовка отчета по лабораторной работе 4, Подготовка к контрольной работе №5 | 12 час. | Защита отчета, написание контрольной работы |
| 5 | 13-15 недели | Подготовка отчета по лабораторной работе 5, Подготовка к контрольной работе №6 | 12 час. | Защита отчета, написание контрольной работы |
| 6 | 16-18 недели | Подготовка отчета по лабораторной работе 6, Подготовка к контрольной работе №7 | 12 час. | Защита отчета, написание контрольной работы |
| Итого | | | 72 час. | |

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку отчетов к лабораторным работам. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях. Методические

указания к лабораторным работам в электронном виде и печатном виде берутся у ведущего преподавателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах (отчетах по лабораторным работам).

К представлению и оформлению отчетов по лабораторным работам предъявляются следующие требования.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и/или расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т.д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, состоит из следующих частей:

- Титульный лист– обязательная компонента отчета, первая страница отчета, оформляется по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться не отдельно, а в общем файле, где представлен текст отчета);
- Исходные данные к выполнению заданий– обязательная компонента отчета, начинается с новой страницы, содержат указание варианта, тему, план работы и т.д.);
- Основная часть– материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой:

разделы – подразделы – пункты – подпункты и т.д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать, исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

- Приложения – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета. Здесь могут находиться, например, справочные данные по используемым приборам, элементам, материалам. Приложения могут приводиться с целью упростить сверку экспериментально полученных результатов со справочными или с целью сравнения.

Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;

- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта – 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы – левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т.д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экрана («скриншотов»)

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Рекомендации по подготовке к контрольной работе

Для успешного написания контрольных работ необходимо глубокое понимание основ рассматриваемых процессов, явлений, что обеспечивается систематической работой как на лекциях, так и самостоятельно. Самостоятельная работа не менее важна, чем аудиторная. После лекции в тот же день желательно еще раз проработать лекционный материал для более полного усвоения. А через день еще раз повторить. Если студент считает, что

материал не был им понят в достаточной мере, то ему необходимо обратиться на консультации за разъяснениями к преподавателю или задать вопрос на занятии.

Также в процессе подготовки к контрольным работам, кроме лекционных записей, рекомендуется пользоваться литературой из списка основной и дополнительной литературы, Интернет-источниками, а также решать задачи и выполнять самостоятельные практические задания.

Кроме того, некоторый теоретический материал можно узнать и/или тщательнее проработать, пользуясь методическими указаниями в процессе выполнения лабораторных работ.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание лабораторных работ проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств;
- качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

Оценивание контрольных работ проводится по критериям:

- полнота и качество ответов на теоретические вопросы;
- отсутствие логических ошибок, связанных с пониманием материала;
- отсутствие ошибок в формулах, выражениях, характеризующих рассматриваемый процесс, явление;

- отсутствие значительных ошибок в приводимых количественных характеристиках приборов и материалов.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине **«Метрологическое обеспечение производства материалов
и изделий электронной техники»**
Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
Профиль **Электроника и нанoeлектроника**

Форма подготовки очная

Владивосток
2018

Паспорт ФОС

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | |
|---|--------------------------------|---|
| <p>ОПК-5, Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</p> | Знает | <p>основные способы графического представления массивов данных;</p> <p>основные растровые и векторные графические форматы, средства их редактирования;</p> <p>основные приемы работы в программах для построения различных графиков, диаграмм, схем в растровом и векторном форматах, их редактирования;</p> <p>основные приемы работы при обработке экспериментальных данных хотя бы в одном из пакетов математического моделирования и расчетов (MathCAD, MATLAB или другой);</p> <p>основные приемы работы в табличном процессоре MicrosoftExcel или аналоге.</p> |
| | Умеет | <p>проводить ранжирование, сортировку массива полученных экспериментальных результатов;</p> <p>проводить вычисление стандартных статистических характеристик анализируемого ряда величин;</p> <p>анализировать ряды величин на предмет повторяемости, воспроизводимости характеристик, исключать грубые погрешности, промахи, проявляющиеся в результатах измерений;</p> <p>строить простейшие графики в программах растровой и векторной графики: MathCAD, MATLAB, Origin, Excel;</p> <p>проводить аппроксимацию и анализировать тенденции зависимостей при помощи пакетов численного моделирования (MathCAD, MATLAB);</p> <p>проводить простейшие действия в табличном процессоре MicrosoftExcel или аналоге.</p> |
| | Владеет | <p>навыками использования одного из пакетов численного моделирования или специализированного пакета для статистической обработки полученных результатов (MathCAD, MATLAB и др.) для оценки состоятельности, достоверности полученных результатов и исключения грубых погрешностей;</p> <p>навыками построения сложных диаграмм, графиков; нескольких зависимостей на одном графике, но в разных осях; графиков в логарифмических и двойных логарифмических осях; сложных графиков с</p> |

| | | |
|--|----------------|--|
| | | <p>выделенными областями для небольших схем и пояснений;</p> <p>навыками проведения произвольных математических операций, действий над большими по объему массивами экспериментальных результатов в одном из пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB);</p> <p>навыками построения сложных таблиц; оформления таблиц по заданному шаблону; использования различных схем адресации и фиксации ссылок; использования встроенных средств для проведения оптимизации и нахождения приближенных численных результатов в MicrosoftExcel или аналоге.</p> |
| <p>ОПК-8, способность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности</p> | <p>Знает</p> | <p>основную справочную литературу по основным разделам метрологии, стандартизации, сертификации;</p> <p>основные законы, касающиеся обеспечения единства измерений;</p> <p>основные законы, обеспечивающие надлежащее качество продукции и услуг;</p> <p>основные методические инструкции и рекомендации по проведению измерений в различных условиях и обработке результатов однократных и многократных наблюдений при измерениях;</p> <p>структуру поверочных схем и последовательность передачи размера единицы от эталона к средствам измерений;</p> <p>организационные основы метрологии и стандартизации в РФ.</p> |
| | <p>Умеет</p> | <p>пользоваться справочной литературой по основным разделам метрологии, стандартизации, сертификации;</p> <p>находить в законах, направленных на обеспечение единства измерений и надлежащего качества продукции и услуг, положения, касающиеся конкретной предметной области и своей области деятельности;</p> <p>пользоваться соответствующими методическими инструкциями и рекомендациями при планировании и проведении измерений, при обработке результатов однократных и многократных наблюдений при измерении;</p> <p>пользоваться справочной литературой и технической документацией, прилагаемой к средствам измерения и контроля.</p> |
| | <p>Владеет</p> | <p>навыками поиска необходимой справочной литературы по соответствующим разделам метрологии, стандартизации и сертификации;</p> |

| | | |
|---|--------------|---|
| | | <p>навыками поиска необходимой нормативной, законодательной информации, касающейся вопросов единства измерений и обеспечения качества;</p> <p>навыками использования отдельных элементов нормативного и законодательного характера по вопросам единства измерений и обеспечения качества, в практической деятельности;</p> <p>методиками выбора, построения последовательности проведения эксперимента, расчета результата, вычисления погрешностей, основываясь на методических инструкциях, рекомендациях.</p> <p>навыками использования технической документации на средство измерения при расчете погрешностей в условиях измерений, отличающихся от нормальных.</p> |
| <p>ПК-10, готовность организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники</p> | <p>Знает</p> | <p>основные правила оформления конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>основные стандарты, технические условия и другие нормативные документы, регламентирующие производство материалов и изделий электронной техники;</p> <p>организационные основы метрологии, касающиеся производства в области микроэлектроники;</p> <p>обязанности метрологической службы предприятия, производящего изделия микро-, наноэлектроники;</p> <p>основные технические средства измерений, которыми пользуются при единичном, мелкосерийном и серийном производстве в микро- и наноэлектронике;</p> <p>последовательность контроля, проведения оценки соответствия готовых изделий различным нормативным документам.</p> |
| | <p>Умеет</p> | <p>составлять в простейших случаях отдельные элементы конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>руководствоваться положениями стандартов, технических регламентов, регулирующих производство материалов и изделий электронной техники;</p> <p>на практике использовать организационные основы метрологии, касающиеся производства в области микроэлектроники;</p> <p>частично выполнять обязанности работника метрологической службы предприятия;</p> |

| | | |
|---|---------|---|
| | | <p>использовать технические средства измерений, применяемые в серийном производстве изделий микроэлектроники;</p> <p>осуществлять контроль характеристик готовых изделий и их соответствие основным положениям нормативных документов.</p> |
| | Владеет | <p>навыками составления некоторых разделов конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>навыками использования стандартов, технических регламентов, регулирующих производство материалов и изделий электронной техники;</p> <p>организационными основами метрологии применительно к производству изделий микроэлектроники;</p> <p>отдельными навыками различных работников метрологической службы предприятия;</p> <p>широким арсеналом технических средств измерений для решения широкого спектра измерительных задач, возникающих при производстве изделий микроэлектроники;</p> <p>приемами и методами контроля характеристик готовых изделий и соответствия их заявленным нормам.</p> |
| ПК-19, способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры | Знает | <p>структуру заявки на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>структуру заявки на поверку и калибровку аппаратуры;</p> <p>последовательность проведения диагностики и самостоятельной калибровки относительно несложных устройств;</p> <p>последовательность проведения диагностики и выявления неисправных деталей, узлов в относительно несложных устройствах, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>роль метрологической службы предприятия и обязанности каждого из ее работников;</p> <p>роль государственных центров стандартизации и метрологии в обеспечении единства измерений.</p> |
| | Умеет | <p>составлять заявки на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>составлять заявки на поверку и калибровку аппаратуры;</p> |

| | |
|---------|---|
| | <p>самостоятельно калибровать относительно несложные устройства;</p> <p>самостоятельно выявлять неисправные детали, узлы в относительно несложных устройствах, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>выполнять обязанности работника метрологической службы предприятия;</p> <p>пользоваться услугами центров стандартизации и метрологии для проведения калибровки и поверки относительно сложных средств измерений.</p> |
| Владеет | <p>навыками составления различных заявок на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>навыками составления различных заявок на поверку и калибровку аппаратуры;</p> <p>навыками калибровки различных устройств, для которых можно проводить данную процедуру в рабочих условиях;</p> <p>начальными навыками самостоятельного ремонта относительно несложных устройств, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>навыками работника метрологической службы предприятия;</p> <p>навыками организации взаимодействия с центрами стандартизации и метрологии в части поверки сложных средств измерений.</p> |

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства | | |
|-------|--|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | | текущий контроль | промежуточная аттестация | |
| 1 | Тема 1. Метрология | ОПК-8, ОПК-5, ПК-10 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 1-5 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 1 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 1 |
| 2 | Тема 2. Основы стандартизации | ОПК-8, ОПК-5, ПК-10 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 6-10 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 2 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 2 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|---------|-------------------------------|-----------------------------|
| 3 | Тема 3. Метрологическое обеспечение производства | ОПК-8, ОПК-5, ПК-10 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 11-15 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 3 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 3 |
| 4 | Тема 4. Общие характеристики аналоговых измерительных приборов | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 16-20 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 4 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 4 |
| 5 | Тема 5. Средства измерений неэлектрических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 21-25 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 5 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 5 |
| 6 | Тема 6. Средства измерений времени | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 25-30 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 6 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 6 |
| 7 | Тема 7. Средства измерений геометрических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 30-35 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 7 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 7 |
| 8 | Тема 8. Средства измерений механических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 36-40 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 8 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 8 |

| | | | | | |
|----|---|--------------|---------|----------------------------|------------------------|
| 9 | Тема 9. Средства измерений температуры | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 41-45 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 9 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 9 |
| 10 | Тема 10. Средства измерений электрических величин | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 46-50 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 10 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 10 |
| 11 | Тема 11. Электромеханические измерительные приборы прямого действия | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 51-55 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 11 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 11 |
| 12 | Тема 12. Цифровые и электронные измерительные приборы и преобразователи | ОПК-5, ПК-19 | знает | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, вопросы 56-62 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 12 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 12 |
| 13 | Тема 13. Средства визуального отображения, вывода и регистрация результатов измерений | ОПК-5, ПК-19 | знает | Контрольная работа (ПР-2) | зачет, вопросы 63-70 |
| | | | умеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 13 |
| | | | владеет | Лабораторная работа (ПР-6) | зачет, задание, тип 13 |

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | | критерии | показатели | баллы |
|--|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|-------|
| ОПК-5, Способность использовать основные | Знает | основные способы графического представления массивов данных; | Может пересказать и объяснить учебный | Имеет общее представление о различных форматах | 60-74 |

| | | | | | |
|--|--------------|---|--|---|--------------|
| <p>приемы обработки и представления экспериментальных данных</p> | | <p>основные растровые и векторные графические форматы, средства их редактирования; основные приемы работы в программах для построения различных графиков, диаграмм, схем в растровом и векторном форматах, их редактирования; основные приемы работы при обработке экспериментальных данных хотя бы в одном из пакетов математического моделирования и расчетов (MathCAD, MATLAB или другой); основные приемы работы в табличном процессоре MicrosoftExcel или аналоге.</p> | <p>лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров</p> | <p>представления табличной и графической информации; Знает основные параметры и отличия растровых форматов от векторных, основные способы их редактирования; Знает основные приемы работы и знаком с интерфейсом популярных программ для обработки данных и визуализации полученных результатов</p> | |
| | <p>Умеет</p> | <p>проводить ранжирование, сортировку массива полученных экспериментальных результатов; проводить вычисление стандартных статистических характеристик анализируемого ряда величин; анализировать ряды величин на предмет повторяемости, воспроизводимости характеристик, исключать грубые погрешности, промахи, проявляющиеся в результатах измерений; строить простейшие графики в программах растровой и векторной графики: MathCAD, MATLAB, Origin, Excel; проводить аппроксимацию и</p> | <p>Умеет проводить предварительную статистическую обработку полученных в ходе эксперимента результатов, исключать грубые погрешности и производить визуализацию выборки данных из полученного ряда</p> | <p>Умеет анализировать полученные экспериментально численные ряды при помощи различных пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB и др.); Владеет базовыми навыками программирования, умеет запрограммировать простейшие процедуры и функции с целью реализации собственных алгоритмов обработки данных, необходимых для конкретной измерительной задачи; Умеет находить и визуализировать относительно сложные зависимости, находить</p> | <p>75-89</p> |

| | | | | | |
|--|---------|---|---|---|--------|
| | | анализировать тенденции зависимостей при помощи пакетов численного моделирования (MathCAD, MATLAB); проводить простейшие действия в табличном процессоре MicrosoftExcel или аналоге. | | закономерности в числовых рядах | |
| | Владеет | <p>навыками использования одного из пакетов численного моделирования или специализированного пакета для статистической обработки полученных результатов (MathCAD, MATLAB и др.) для оценки состоятельности, достоверности полученных результатов и исключения грубых погрешностей;</p> <p>навыками построения сложных диаграмм, графиков; нескольких зависимостей на одном графике, но в разных осях; графиков в логарифмических и двойных логарифмических осях; сложных графиков с выделенными областями для небольших схем и пояснений;</p> <p>навыками проведения произвольных математических операций, действий над большими по объему массивами экспериментальных результатов в одном из пакетов математического моделирования</p> | Уверенно владеет навыками работы в одном из пакетов математического моделирования либо пакета для статистической обработки результатов измерений; умеет визуализировать сложные зависимости со множеством переменных, в разных осях; умеет находить зависимости в предложенных для исследования массивах данных | Умеет реализовать собственные процедуры и функции в одном из пакетов математического моделирования; владеет навыками базовой статистической обработки результатов измерений; умеет проводить аппроксимацию и экстраполяцию зависимостей, делать прогноз; владеет разнообразными приемами визуализации данных; умеет выбирать при построении графика соответствующие оси для того, чтобы зависимость выглядела наиболее простым образом; умеет интерпретировать данные графиков и диаграмм | 90-100 |

| | | | | | |
|---|-------|--|---|--|-------|
| | | (MathCAD, MATLAB); навыками построения сложных таблиц; оформления таблиц по заданному шаблону; использования различных схем адресации и фиксации ссылок; использования встроенных средств для проведения оптимизации и нахождения приближенных численных результатов в MicrosoftExcel или аналоге. | | | |
| ОПК-8, способность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности | Знает | основную справочную литературу по основным разделам метрологии, стандартизации, сертификации; основные законы, касающиеся обеспечения единства измерений; основные законы, обеспечивающие надлежащее качество продукции и услуг; основные методические инструкции и рекомендации по проведению измерений в различных условиях и обработке результатов однократных и многократных наблюдений при измерениях; структуру поверочных схем и последовательность передачи размера единицы от эталона к средствам измерений; организационные основы метрологии и стандартизации в РФ. | Может пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров | Наличие общего представления справочной литературе по основным разделам дисциплины; Знание основных законов, регламентирующих деятельности в области метрологии, стандартизации; Знание основных инструкций по проведению измерений и обработке результатов однократных и многократных наблюдений; знание организационных основ метрологии и стандартизации. | 60-74 |
| | Умеет | пользоваться справочной литературой по основным разделам метрологии, | уметь систематизировать справочную и законодательную информацию, | Умение использовать справочную литературу по метрологии, | 75-89 |

| | | | | | |
|--|---------|---|--|--|--------|
| | | <p>стандартизации, сертификации;</p> <p>находить в законах, направленных на обеспечение единства измерений и надлежащего качества продукции и услуг, положения, касающиеся конкретной предметной области и своей области деятельности;</p> <p>пользоваться соответствующими методическими инструкциями и рекомендациями при планировании и проведении измерений, при обработке результатов однократных и многократных наблюдений при измерении;</p> <p>калибровать средства измерений; пользоваться справочной литературой и технической документацией, прилагаемой к средствам измерения и контроля.</p> | <p>выполнять типовые задачи по измерениям и последующей обработке результатов, оценивать техническое состояние средств измерений</p> | <p>стандартизации, сертификации;</p> <p>Умение пользоваться методическими инструкциями и рекомендациями при планировании и проведении измерений, при обработке результатов измерений;</p> <p>Умение оценивать пригодность технического средства для измерений;</p> <p>Умение калибровать основные средства измерений.</p> | |
| | Владеет | <p>навыками поиска необходимой справочной литературы по соответствующим разделам метрологии, стандартизации и сертификации;</p> <p>навыками поиска необходимой нормативной, законодательной информации, касающейся вопросов единства измерений и обеспечения качества;</p> <p>навыками использования отдельных элементов нормативного и законодательного характера по вопросам единства</p> | <p>Уметь решать различные задачи в области метрологического исследования, контроля свойств и характеристик с привлечением справочной и законодательной базы;</p> <p>уметь обрабатывать результаты измерений с использованием практических навыков, приобретенных в ходе учебного процесса.</p> | <p>Владение навыками поиска необходимой справочной и законодательной литературы по соответствующим разделам метрологии, стандартизации;</p> <p>Владение навыками использования элементов нормативного и законодательного характеров практической деятельности;</p> <p>Владение методиками выбора последовательности проведения эксперимента,</p> | 90-100 |

| | | | | | |
|--|-------|---|---|---|-------|
| | | измерений и обеспечения качества, в практической деятельности; методиками выбора, построения последовательности проведения эксперимента, расчета результата, вычисления погрешностей, основываясь на методических инструкциях, рекомендациях. навыками использования технической документации на средство измерения при расчете погрешностей в условиях измерений, отличающихся от нормальных. | | расчета результата, вычисления погрешностей, Умение пользоваться технической документации на средство измерения. | |
| ПК-10, готовность организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники | Знает | основные правила оформления конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники; основные стандарты, технические условия и другие нормативные документы, регламентирующие производство материалов и изделий электронной техники; организационные основы метрологии, касающиеся производства в области микроэлектроники; обязанности метрологической службы предприятия, производящего изделия микро-, нанoeлектроники; основные технические средства измерений, которыми пользуются при единичном, мелкосерийном и | Может пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности, с приведением примеров | Разбирается в правилах оформления конструкторской и технической документации; Знает основные нормативные документы, регламентирующие производство изделий микроэлектроники; Знает организационные основы метрологии, основные обязанности метрологической службы предприятия; Знает основные средства измерений, используемые в производстве микро- и нанoeлектроники; Знает последовательность контроля качества готовых изделий | 60-74 |

| | | | | | |
|--|-------|--|---|--|-------|
| | | серийном производстве в микро- и наноэлектронике; последовательность контроля, проведения оценки соответствия готовых изделий различным нормативным документам. | | | |
| | Умеет | составлять в простейших случаях отдельные элементы конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники; руководствоваться положениями стандартов, технических регламентов, регулирующих производство материалов и изделий электронной техники; на практике использовать организационные основы метрологии, касающиеся производства в области микроэлектроники; частично выполнять обязанности работника метрологической службы предприятия; использовать технические средства измерений, применяемые в серийном производстве изделий микроэлектроники; осуществлять контроль характеристик готовых изделий и их соответствие основным | Умеет решать стандартные задачи, связанные с анализом нормативной документации, обслуживанием парка средств измерений, контролем качества изделий на производстве изделий микро-, наноэлектроники | Умеет пользоваться положениями стандартов, технических регламентов, регулирующих производство микроэлектроники; Умеет выполнять функции работника метрологической службы предприятия, относящиеся к обслуживанию парка средств измерений; Умеет использовать технические средства измерений, для контроля параметров и качества продукции в серийном производстве микроэлектроники | 75-89 |

| | | | | | |
|---|---------|---|--|---|--------|
| | | положения нормативных документов. | | | |
| | Владеет | <p>навыками составления некоторых разделов конструкторской и технической документации для производства материалов и изделий электронной техники;</p> <p>навыками использования стандартов, технических регламентов, регулирующих производство материалов и изделий электронной техники; организационным и основами метрологии применительно к производству изделий микроэлектроники;</p> <p>отдельными навыками различных работников метрологической службы предприятия;</p> <p>широким арсеналом технических средств измерений для решения широкого спектра измерительных задач, возникающих при производстве изделий микроэлектроники;</p> <p>приемами и методами контроля характеристик готовых изделий и соответствия их заявленным нормам.</p> | Владеет навыками решения различных задач, иногда нестандартных, которые связаны с применением и интерпретацией нормативной документации, слежением за надлежащим техническим состоянием парка средств измерений, измерением параметров на промежуточных этапах и контролем качества уже готовых изделий при производстве микро-, наноэлектроники | <p>Уверенно использует стандарты, технические регламенты и другие нормативные документы;</p> <p>Может заменить в отдельных случаях работника метрологической службы предприятия в целях обеспечения надлежащего состояния парка средств измерений;</p> <p>Умеет пользоваться различными техническими средствами измерений для решения широкого спектра измерительных задач, возникающих при производстве изделий микроэлектроники;</p> <p>Владеет методами контроля качества готовых изделий микроэлектроники</p> | 90-100 |
| ПК-19, способность составлять заявки на запасные детали и расходные | Знает | <p>структуру заявки на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>структуру заявки на поверку и</p> | Может пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной | Знает форму заявок на запасные детали и расходные материалы, поверку и калибровку аппаратуры; | 60-74 |

| | | | | | |
|--|--------------|--|---|--|--------------|
| <p>материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры</p> | | <p>калибровку аппаратуры; последовательность проведения диагностики и самостоятельной калибровки относительно несложных устройств; последовательность проведения диагностики и выявления неисправных деталей, узлов в относительно несложных устройствах, пригодных к ремонту в рабочих условиях; роль метрологической службы предприятия и обязанности каждого из ее работников; роль государственных центров стандартизации и метрологии в обеспечении единства измерений.</p> | <p>степенью научной точности и полноты, с приведением примеров</p> | <p>Знает алгоритмы проверки работы и калибровки относительно несложных устройств; Знает, как выявить предположительно неисправный узел в относительно несложных устройствах; Знает функции метрологической службы предприятия и центров стандартизации и метрологии</p> | |
| | <p>Умеет</p> | <p>составлять заявки на запасные детали и расходные материалы; составлять заявки на поверку и калибровку аппаратуры; самостоятельно калибровать относительно несложные устройства; самостоятельно выявлять неисправные детали, узлы в относительно несложных устройствах, пригодных к ремонту в рабочих условиях; выполнять обязанности работника метрологической службы предприятия;</p> | <p>Умеет следить за состоянием парка технических средств, производить проверку работоспособности, умеет составлять заявки на запасные детали, расходные материалы, поверку и калибровку</p> | <p>Умеет составить простые заявки на запасные детали, расходные материалы, поверку и калибровку аппаратуры; Умеет самостоятельно диагностировать выявлять неисправные узлы в относительно несложных устройствах; Умеет пользоваться услугами центров стандартизации и метрологии</p> | <p>75-89</p> |

| | | | | | |
|--|---------|---|---|---|--------|
| | | пользоваться услугами центров стандартизации и метрологии для проведения калибровки и поверки относительно сложных средств измерений. | | | |
| | Владеет | <p>навыками составления различных заявок на запасные детали и расходные материалы;</p> <p>навыками составления различных заявок на поверку и калибровку аппаратуры;</p> <p>навыками калибровки различных устройств, для которых можно проводить данную процедуру в рабочих условиях;</p> <p>начальными навыками самостоятельного ремонта относительно несложных устройств, пригодных к ремонту в рабочих условиях;</p> <p>навыками работника метрологической службы предприятия;</p> <p>навыками организации взаимодействия с центрами стандартизации и метрологии в части поверки сложных средств измерений.</p> | Оперативно производит диагностику, проверку технического состояния, работоспособность и всех подконтрольных технических средств, вовремя составляет заявки на запчасти, расходные материалы, поверку и калибровку аппаратуры, организует взаимодействие с центром стандартизации и метрологии | Уверенно владеет навыками составления различных заявок на запасные детали и расходные материалы; | 90-100 |
| | | | | Оперативно составляет заявки на поверку и калибровку аппаратуры; | |
| | | | | Владеет базовыми навыками диагностики и ремонта на уровне отдельных узлов относительно несложных устройств, пригодных к ремонту в рабочих условиях; | |
| | | | | Владеет навыками работы с центрами стандартизации и метрологии для поверки средств измерений | |

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» проводится в форме защиты лабораторных работ по оцениванию фактических результатов обучения студентов. Осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Критерии оценки отчетов по лабораторным работам

Оценивание защиты лабораторной работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по лабораторной работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы,

допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

Критерии оценки контрольных работ

- 100-86 баллов («отлично») – если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

- 85-76 баллов («хорошо») – знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

- 75-61 балл («удовлетворительно») – фрагментные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

- 60-50 баллов («неудовлетворительно») – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

При получении оценки «неудовлетворительно» студенту необходимо переписать контрольную работу для получения допуска к экзамену. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» исправляются по желанию студента по согласованию с ведущим преподавателем и учитываются на экзамене при разрешении спорных вопросов, связанных с определением итоговой оценки по предмету.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» проводится в виде зачета, форма зачета – «устный опрос в форме ответов на вопросы», «практические задания по типам». Допуск к зачету возможен только после защиты отчетов по всем лабораторным работам курса.

Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники»:

| Баллы(рейтинговая оценка) | Оценка(стандартная) | Требования к сформированным компетенциям |
|---------------------------|---------------------|---|
| 86 -100 | «отлично» | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает |

| | | |
|---------|------------------------|---|
| | | принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. |
| 76 - 85 | «хорошо» | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. |
| 61 -75 | «удовлетворительно» | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. |
| 0 -60 | «не удовлетворительно» | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Метрология (определение). Задачи, решаемые метрологией.
2. Физическая величина. Значение физической величины.
3. Системные и внесистемные единицы физических величин.
4. Качество. Составляющие качества.
5. Безопасность продукции, процессов производства, хранения, реализации, эксплуатации, утилизации и т.д. (определение). Жизненный цикл продукции.
6. Понятие обеспечения единства измерения. Два условия обеспечения единства измерения.

7. Измерение. Схема элементов, участвующих в измерении.
8. Классификация измерений.
9. Характеристики измерений.
10. Средства измерений. Классификация средств измерений.
11. Классификация средств измерений по конструктивному исполнению.
12. Классификация средств измерений по метрологическому назначению.
13. Алгоритм обработки результатов многократных измерений при наличии случайных погрешностей (систематические погрешности учтены).
14. Алгоритм обработки результатов многократных измерений при наличии случайных и грубых погрешностей (систематические погрешности учтены).
15. Погрешность измерения. Классификация погрешностей.
16. Стандартизация. Цели, принципы, функции и задачи стандартизации.
17. Правовая база стандартизации.
18. Объект стандартизации. Результат стандартизации.
19. Методы стандартизации.
20. Нормативный документ. Виды нормативных документов.
21. Международные стандарты.
22. Разработка и применение стандартов.
23. Работа с Указателем Государственных стандартов РФ.
24. Термин "Опережающая стандартизация".
25. Понятие "Подтверждение соответствия".
26. Сертификация. Виды сертификации.
27. Участники сертификации. Обязанности участников сертификации.
28. Правовая база сертификации в области нанотехнологий.
29. Система сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации.

30. Схемы подтверждения соответствия продукции и услуг.
31. Правила и порядок проведения сертификации продукции и услуг.
32. Сертификат соответствия.
33. Знак соответствия.
34. Аккредитация. Порядок аккредитации органов по сертификации испытательных лабораторий.
35. Классификация средств измерений. Система воспроизведения единиц физических величин. Эталонная база России. Государственная система обеспечения единства измерений.
36. Понятие физической величины. Понятие о системе физических величин. Принципы построения Международной системы единиц. Преимущества Международной системы единиц.
37. Виды измерений. Методы измерений. Понятие точности измерений. Основы обеспечения единства измерений. Эталоны единиц физических величин.
38. Основные типы шкал измерений: неметрические, метрические и абсолютные шкалы. Сравнительный анализ шкал измерений. Шкалы логарифмическая и биофизическая.
39. Понятие о погрешности измерений. Классификация погрешностей измерения. Систематические погрешности. Исключение систематических погрешностей.
40. Случайные погрешности. Распределения случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Моменты случайных величин. Асимметрия и эксцесс.
41. Примеры законов распределения случайных величин. Закон нормального распределения. Равномерное распределение. Закон Симпсона.
42. Точечные оценки параметров распределения случайных величин и отклонений. Интервальные оценки числовых характеристик.
43. Обнаружение и исключение грубых погрешностей. Критерии грубых погрешностей: критерии Греббса (Смирнова), Шарлье, Шовенэ, Диксона.

44. Критерии для исключения систематических погрешностей. Метод последовательных разностей (критерий Аббе). Комбинаторные критерии. Исключение систематической погрешности.

45. Измерения с однократными наблюдениями. Обработка прямых многократных равноточных измерений.

46. Обработка результатов неравноточных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Критерий ничтожных погрешностей.

47. Обработка результатов совместных и совокупных измерений. Обработка результатов динамических измерений.

48. Классификация аналоговых измерительных приборов. Аналоговые первичные измерительные преобразователи. Механические первичные преобразователи.

49. Пневматические первичные преобразователи. Оптические первичные преобразователи. Электрические первичные преобразователи.

50. Аналоговые показывающие приборы. Аналоговые регистрирующие приборы.

51. Общие вопросы измерений неэлектрических величин. Общие свойства и классификация преобразователей. Электромагнитные измерительные преобразователи. Тепловые измерительные преобразователи.

52. Области измерения времени. Величины, единицы и эталоны времени. Системы измерения времени. Меры времени, основанные на принципе колебаний. Меры времени с колебательной системой. Меры времени без колебательной системы.

53. Приборы для измерения времени. Механические приборы для измерения времени. Механические часы с собственной механической мерой. Электрические приборы для измерения времени.

54. Механические средства измерения длин. Оптико-механические средства измерения длин. Средства и методы измерения углов. Приборы активного контроля.

55. Пневматические приборы для линейных измерений. Индуктивные приборы. Емкостные приборы. Применение технического зрения для контроля геометрических характеристик.

56. Средства измерений механических величин. Общие положения. Принципы измерения механических величин. Системы измерения массы, силы и давления. Преобразователи масс. Преобразователи силы. Преобразователи давления.

57. Приборы для измерения массы, силы и давления. Рычажные весы. Радиоизотопные весы. Пружинные и поршневые весы. Электронные весы. Торговые весы.

58. Измерение крутящих моментов. Измерение угловых скоростей. Измерение расхода и уровня.

59. Средства измерений температуры. Международная температурная шкала. Схемы приборов для измерения температуры. Механические контактные термометры. Металлические термометры расширения. Жидкостные стеклянные термометры.

60. Контактные методы и средства измерений температуры. Термометры сопротивления. Термопары. Термисторы. Интегральные полупроводниковые датчики.

61. Бесконтактные методы и средства измерений температур. Оптическое излучение. Устройство ИК-термометра.

62. Средства измерений электрических величин. Электрические измерительные приборы и системы.

63. Электромеханические измерительные приборы. Термоэлектрические измерительные приборы.

64. Электромеханические измерительные приборы прямого действия. Основы теории и конструкции приборов прямого действия. Магнитоэлектрические приборы.

65. Магнитоэлектрические гальванометры. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями.

66. Электромагнитные приборы. Электродинамические и ферродинамические приборы. Электростатические приборы. Индукционные приборы.

67. Цифровые и электронные измерительные приборы и преобразователи. Классификация цифровых приборов. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.

68. Аналоговые электронные вольтметры. Цифровые вольтметры. Цифровые частотомеры. Режим измерения частоты. Режим измерения периода

69. Средства визуального отображения, вывода и регистрация результатов измерений. Отображение результатов измерений медленно изменяющихся величин. Визуальное отображение величин, быстро изменяющихся во времени. Отображение цифровых данных.

70. Отображение дискретных сигналов, представленных в цифровой форме, при помощи осциллографа. Технические средства для графической регистрации аналоговых электрических величин. Регистрация цифровых данных измерений.

Типы заданий к зачету

Тип 1. Определите частоту электрического сигнала при помощи осциллографа и электронно-счетного частотомера. Сравните результаты. Оцените погрешность измерения.

Тип 2. Проведите настройку осциллографа на визуализацию сигнала с заданными параметрами. Установите требуемые параметры синхронизации.

Тип 3. Определите размер детали штангенциркулем. Число измерений принять равным десяти. Провести обработку результатов измерений. Указать погрешность измерения.

Тип 4. Определите значение сопротивления при помощи моста постоянного тока. Оцените погрешность измерения.

Тип 5. Определите температуру окружающей среды по значению сопротивления терморезистора и его заданной температурной характеристике сопротивления. Оцените погрешность измерения.

Тип 6. Измерить коэффициент стабилизации параметрического стабилизатора на стабилитроне. Оценить погрешность измерения.

Тип 7. Измерить коэффициент нелинейных искажений заданного сигнала. Оценить погрешность измерения.

Тип 8. Определить глубину модуляции амплитудно-модулированного сигнала. Оцените погрешность измерения.

Тип 9. Определите удельное электросопротивление образца материала. Оцените погрешность измерения.

Тип 10. Подготовить цифровой вольтметр к работе. Установить требуемые измеряемые величины и значения пределов измерения.

Тип 11. Дан ряд измерений температуры. Исключить грубые погрешности, найти доверительные границы результата измерения с заданной вероятностью.

Тип 12. Дан ряд измерений массы объекта. Исключить грубые погрешности, найти доверительные границы результата измерения с заданной вероятностью.

Тип 13. Прибор с детектором средневыпрямленного значения градуируется по амплитудным значениям прямоугольного сигнала. Определить, какими будут показания прибора при подаче на его вход синусоидального сигнала заданной амплитуды.

Оценочные средства для текущей аттестации

Типовые задания к лабораторным работам

Измерение напряжения цифровым вольтметром.

1. Ознакомиться с принципом работы цифрового вольтметра ЦВ и его основными техническими показателями.
2. Изучить назначение основных органов управления ЦВ и усвоить порядок пользования ими при измерении постоянного напряжения.
3. Собрать схему измерения согласно рисунку.
4. После проверки схемы преподавателем включить источник питания в сеть переменного тока 220 В, 50 Гц.
5. Установить на выходе источника питания номинальное значение входного напряжения $U_{ВХ}$, такое, чтобы номинальное значение выходного

напряжения соответствовало напряжению стабилизации $U_{ВЫХ} = 5В$. Измерить напряжение на входе стабилизатора и записать в форме таблицы.

6. Изменять значение $U_{ВХ}$ на $\pm \Delta U_{ВХ}$ в пределах $\pm (10-20)\%$ через (0,5-1) В и измерять соответствующие значения $\pm \Delta U_{ВЫХ}$. Результаты измерений записать в табл. форму.

| Параметр | Значение параметра |
|---|--------------------|
| $U_{ВХ}, В$ | |
| $U_{ВЫХ}, В$ | |
| $U_{ВХ} + 0,1U_{ВХ}, В$ | |
| $U_{ВХ} - 0,1U_{ВХ}, В$ | |
| $U_{ВХ} + 0,2U_{ВХ}, В$ | |
| $U_{ВХ} - 0,2U_{ВХ}, В$ | |
| $\pm \Delta U_{ВЫХ}, В$ (четыре значения) | |
| $K_{СТ}$ (четыре значения) | |
| $K_{СТ.СР}$ | |

7. По результатам измерений вычислить коэффициент стабилизации схемы $K_{СТ}$ для измеренных значений $U_{ВХ}$ и $\pm \Delta U_{ВХ}$. Результаты вычислений занести в табл. форму.

8. Вычислить относительную и абсолютную погрешности измерения постоянного напряжения на выходе стабилизатора по формуле, приведенной в техническом описании цифрового вольтметра.

Измерение частоты и периода электронно-счетным (цифровым) частотомером и осциллографическим методом.

1. Ознакомиться с электронно-счетным частотомером и изучить принцип его работы в различных режимах измерения.

2. Изучить основные технические показатели частотомера.

3. Изучить назначение основных органов управления и порядок пользования ими при использовании частотомера в различных режимах измерения.

4. Изучить порядок подготовки прибора для работы в различных режимах измерения.

5. Включить генератор и подготовить его к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

6. Получить колебания с частотой 100 кГц, измерить частоту и период с помощью электронно-счетного частотомера и осциллографа сравнить результаты измерения.

7. При помощи электронно-счетного частотомера проделать 40 последовательных измерений установленной частоты сигнала генератора; результаты измерений занести в табл. форму:

| Номер измерения | $F_i, \text{Гц}$ | Отклонение от среднеарифм. $\varepsilon_i = F_i - \bar{F}, \text{Гц}$ | $\varepsilon_i^2 = (F_i - \bar{F})^2$ |
|-----------------|------------------|--|---------------------------------------|
| | | | |

8. Статистически обработать результаты измерений. Вычислить среднеквадратическое значение одного результата измерения, которое является оценкой погрешности, обусловленной нестабильностью частоты генератора $\tilde{\sigma}_{F_{\text{НЕСТАБ}}}$.

9. Провести новый цикл из 40 измерений, причем каждым новым измерением расстроить генератор относительно 100 кГц и снова установить эту частоту. Каждую последующую расстройку проводить в сторону, противоположную предыдущей. Результаты измерений частоты занести в табл. форму.

10. Вычислить среднее арифметическое \bar{F} , среднеквадратическое $\tilde{\sigma}_F$ и предельное значение $\Delta F_{\text{УСТ max}} = 3\tilde{\sigma}_F$ одного измерения для второго цикла из 40 измерений.

11. С помощью соотношения (2) определить среднеквадратическое значение погрешности установки частоты генератора $\tilde{\sigma}_{F_{уст}}$ и предельные значения погрешности установки $\Delta F_{уст \max} = 3\tilde{\sigma}_{F_{уст}}$.

Обратите внимание на возможность использования критерия ничтожной погрешности ($\tilde{\sigma}_{F_{нестаб}} > \tilde{\sigma}_{F_{уст}} / 3$).

12. Вычислить предельную погрешность установки частоты 100 кГц по формуле, приведенной в техническом описании генератора для основной погрешности. Сравнить расчетную погрешность установки частоты генератора и полученную в результате эксперимента.

13. Получить сигнал на выходе генератора импульсных сигналов и измерить его временные параметры.

Задания к контрольным работам

Задания к контрольным работам №1,2

1. Сущность и теоретические основы стандартизации на современном этапе. Роль стандартизации в развитии современной технологии продуктов питания.

2. Цели, задачи и организация работ по стандартизации в РФ. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов.

3. Порядок разработки стандартов. Системы классификации и кодирования объектов в стандартизации. Информационное обеспечение работ по стандартизации.

4. Организационные основы управления качеством продукции и методы оценки уровня качества. Отечественный и зарубежный опыт в развитии стандартизации систем управления качеством продукции.

5. Охарактеризуйте особенности стандартизации в различных сферах: экологии, маркетинге, услугах и т.д. Гармонизация стандартов и применение международных стандартов в РФ.

6. Правовые основы стандартизации и ответственность за несоблюдение НТД по стандартизации (на конкретных примерах).

7. Основные цели, задачи метрологии, причины совершенствования для единства, достоверности в оценке качества продукции, ее безопасности и конкурентоспособности.

8. Виды измерений, международная система единиц. Техническая база метрологического обеспечения, характеристика, перспективы развития.

9. Задачи, этапы, документация метрологической подготовки производства, как гаранта выпуска качественной и безопасной продукции. Правовые основы и ответственность за нарушение законов по метрологии.

10. Виды и методы поверок средств измерений, калибровка. Сертификация средств измерений.

11. Государственные метрологические службы в РФ, их организационные основы и виды деятельности по контролю и надзору за средствами измерений.

12. Основные термины по стандартизации, их характеристика. Основы типизации, унификации и специализации в области стандартизации.

13. Органы и службы по стандартизации, их задачи, функции. основополагающие документы по стандартизации.

14. Значение стандартов серии ИСО в развитии стандартизации РФ и управлении качеством продукции

15. Комплексная стандартизация – понятие, роль в развитии производства и управлении качеством продукции. Оценка экономической эффективности стандартизации.

Задания к контрольной работе №3

1. Что представляют собой рабочие средства измерения?
2. Как производится калибровка средств измерения?
3. Что такое система физических величин?
4. Что такое точность измерения?
5. Поясните, как производят измерения по неметрической шкале.

Приведите примеры неметрических шкал.

6. Поясните, как производят измерения по метрической шкале.
Приведите примеры метрических шкал.

7. Поясните, как производят измерения по абсолютной шкале.
Приведите примеры абсолютной шкал.

8. Когда применяются логарифмическая и биофизическая шкалы?

9. Что такое систематическая погрешность? Какие виды исключения систематической погрешности вы знаете?

10. Что такое случайная погрешность? Когда она возникает?

Задания к контрольной работе №4

1. Что такое грубая погрешность?

2. Что такое систематическая погрешность? Когда она появляется?

3. Как можно исключить систематическую погрешность?

4. Что такое измерения с однократным наблюдением?

5. Как производится обработка результатов косвенных измерений?

6. Что называют совместными и совокупными измерениями?

7. Как проводят обработку результатов динамических измерений?

8. Какие существуют виды механических первичных преобразователей?

9. Для чего предназначены оптические преобразователи? Какие величины они могут преобразовывать?

10. Каково назначение регистрирующих аналоговых приборов?

Задания к контрольной работе №5

1. На чем основан принцип действия магнитоупругих преобразователей? Как выглядят их характеристики?

2. Какие существуют виды тепловых измерительных преобразователей?

3. Какие разновидности термопар и терморезисторов существуют? Назовите их основные характеристики.

4. Приведите классификацию мер времени с колебательной системой и без колебательной системы.

5. Какие существуют виды часов с собственными механическими и электрическими мерами времени?

6. Что такое электрические установки? Какие функции выполняют главные и вторичные часы?

7. Каковы общие правила выполнения линейных и угловых измерений?

8. Что представляют собой штирховые, брусковые и плоскопараллельные концевые меры длины?

9. Какие существуют и как работают оптико-механические средства измерений угла?

10. Какие имеются методы и средства измерений углов?

Задания к контрольной работе №6

1. В чем состоит принцип активного контроля размеров? Каков его преимущества?

2. Как работают и для чего применяются приборы технического зрения?

3. Какие имеются принципы измерения механических величин?

4. Как работают и где применяются весы для измерения больших масс? Каковы их особенности?

5. Каким способом измеряют крутящие моменты?

6. Какими приборами измеряют угловые скорости?

7. Какими методами и средствами измеряют расход жидкостей и газов?

8. Какие существуют принципы действия средств измерений температуры?

9. Какие существуют контактные методы и средства измерений температуры? Каковы основные характеристики наиболее распространенных типов датчиков температуры?

10. На чем основан бесконтактный ИК- метод измерения температуры? Какова структура ИК- термометра?

Задания к контрольной работе №7

1. Каковы диапазоны измерений электрических величин?
2. Каким образом можно расширить диапазон измерения напряжения?
3. Какие преобразователи предпочтительно использовать при измерении высокочастотных токов и напряжений?
4. Как устроены и на каком принципе работают индукционные приборы?
5. Каков принцип работы счетчика электрической энергии?
6. Какой измерительный прибор называется цифровым? Какие разновидности ЦИП существуют?
7. Что такое операционный усилитель? Каковы его схема включения и передаточные характеристики?
8. Как работает цифровой частотомер в режимах изменения частоты и периода?
9. Как устроена и работает электронно-лучевая трубка осциллографа?
10. Как производится измерение напряжения с помощью электронно-лучевого осциллографа?